

Webinar e Convegno in presenza

# I vitigni PIWI per la viticoltura lombarda: il progetto VITIRES

13 maggio 2026

Ore 16:30-18:30



Finanziato  
dall'Unione europea



PSR  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTE RADICI



Regione  
Lombardia

[psr.regione.lombardia.it](http://psr.regione.lombardia.it)

Iniziativa finanziata da Regione Lombardia con il Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale 2023-2027.  
Intervento SRH05 "Azioni dimostrative per il settore agricolo, forestale ed i territori rurali".

Sviluppo Rurale **Lombardia**  
2023 - 2027



**VITIRES**

Vitigni resistenti: potenzialità  
agronomiche ed enologiche  
per la viticoltura lombarda

Media partner:



**VIGNE, VINI  
e QUALITÀ**



# 1.

Progetto METAPIWI

## PIWI vs *Vitis vinifera*: microbiomi diversi e nuovi equilibri fermentativi

Giorgio Gargari RTD-B (Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente)

### ARGOMENTI:

- Controllo condizioni ambientali
- Prestazioni enologiche
- Culturomica ed ecologia microbica
- Metabolomica
- Conclusioni



Media partner:



# PIWI: vitigni resistenti e nuovi ecosistemi fermentativi

Sviluppati dall'ibridazione di *Vitis vinifera* con viti non-*vinifera* resistenti alle malattie

## PIWI = IBRIDI TRA

*Vitis vinifera*

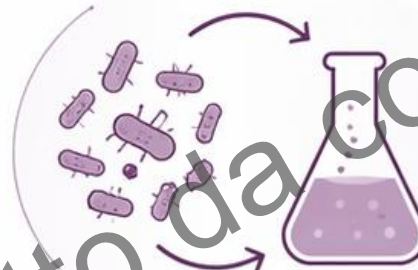


×

Viti non-*vinifera*  
resistenti



## IPOSTESI CHIAVE



La diversa pressione fitosanitaria  
può selezionare:

- comunità microbiche distinte
- configurazioni funzionali specifiche
- traiettorie fermentative diverse

## APPROCCIO DELLO STUDIO



**CAMPIONAMENTO DEL MOSTO**  
*PIWI* e *V. vinifera*  
nelle diverse fasi di fermentazione



**CARATTERIZZAZIONE MICROBIOLOGICA**  
Isolamento e identificazione  
di lieviti e batteri lattici



**ANALISI FUNZIONALE**  
Metabolomica e saggi chimici  
per comprendere il metabolismo  
e il profilo metabolico



**Obiettivo:** resistenza alle malattie



**Conseguenza:** minore uso di fitofarmaci



Comprendere l'impatto ambientale dei vitigni PIWI è cruciale per  
una viticoltura più sostenibile e vini di qualità.

# STUDY DESIGN

Collezione della  
Fondazione  
Edmund Mach



Chardonnay  
resistant (PIWI)

VS

Chardonnay  
Blanc



Sauvignier Gris  
(PIWI)

VS

Riesling Weiss



3 kg di uva  
per campione



Fermentazione alcolica  
in micro-vinificazione



Vino

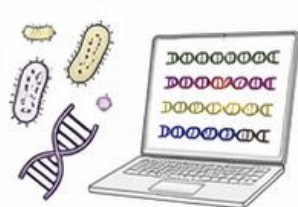
Culturomica



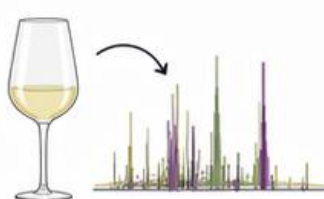
Analisi chimiche



Metagenomica



Metabolomica



Questo studio confronta varietà PIWI e *Vitis vinifera* attraverso micro-vinificazioni controllate di 3 kg di uva per campione.



La fermentazione è stata monitorata e seguita con un approccio multi-omico che include:



**Culturomica** per caratterizzare la comunità microbica,



**Metagenomica** per valutare la struttura genetica del microbiota,



**Analisi chimiche e metabolomiche** per esplorare le dinamiche di fermentazione e le firme metaboliche.



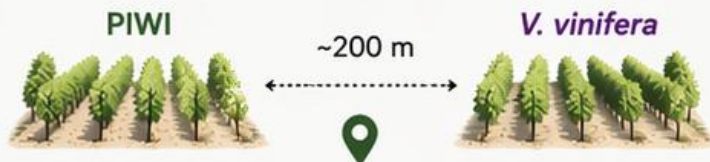
L'obiettivo è valutare come i genotipi resistenti influenzino l'attività microbica e la composizione del vino.

# CONTROLLO DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI

PIWI e *V. vinifera*: stesso contesto, unica differenza l'uso di fitosanitari



## STESSO CONTESTO AGRONOMICICO



Distanza tra i vigneti: ~200 m

Stesso *terroir* e suolo

Stesse condizioni pedoclimatiche

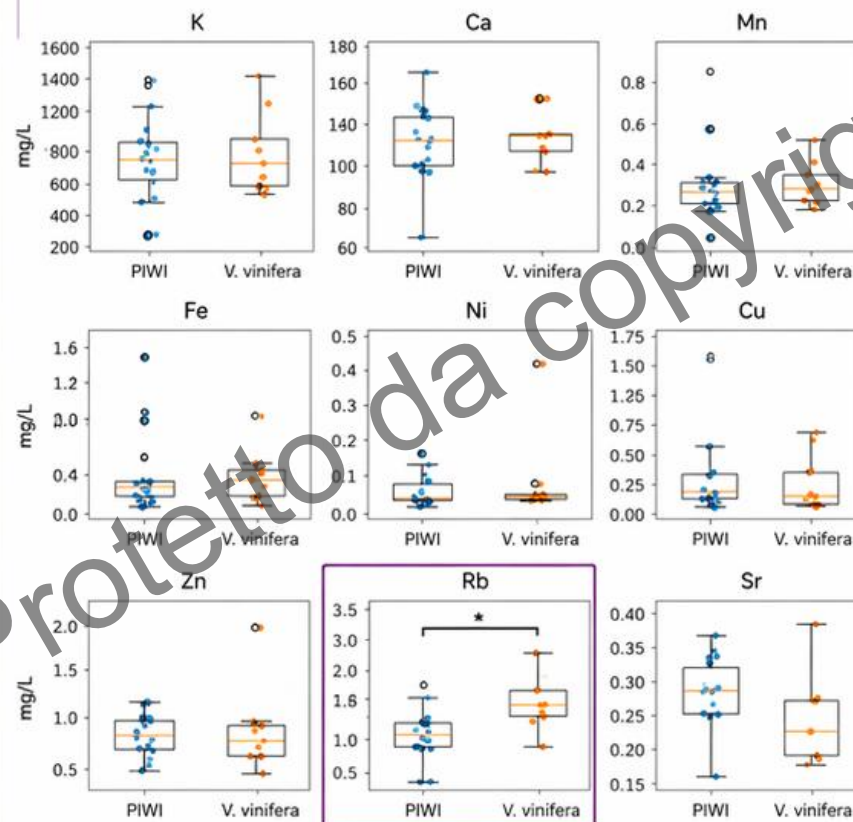
## FATTORI CONDIVISI



PIWI e *V. vinifera* condividono lo stesso ambiente e le stesse pressioni naturali (vento, insetti, suolo, clima, microbiota ambientale).

Le differenze osservate non sono dovute a fattori ambientali esterni.

## CONFRONTO DEGLI ELEMENTI MINERALI PIWI vs *V. vinifera*



— \* Differenza significativa (P = 0.020)

## INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI



Per la maggior parte degli elementi analizzati (K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn e Sr) non sono state osservate differenze significative tra i campioni PIWI e *V. vinifera*.

37  
**Rb**

Il rubidio (Rb) è stato l'unico elemento a mostrare una **differenza significativa** (P = 0.020), con valori più elevati nei campioni di *V. vinifera* rispetto ai PIWI.

## IMPLICAZIONE SPERIMENTALE



Le differenze che osserveremo e discuteremo in questo progetto (microbiota, fermentazione, metaboliti e qualità del vino) possono essere attribuite principalmente **all'uso ridotto di fitosanitari** nelle varietà PIWI, e non a condizioni ambientali diverse.



## MESSAGGIO CHIAVE

La vicinanza tra i due vigneti (~200 m) garantisce condizioni ambientali equivalenti. Questo controllo naturale **rafforza la validità** del nostro confronto e **l'affidabilità delle conclusioni** del progetto.



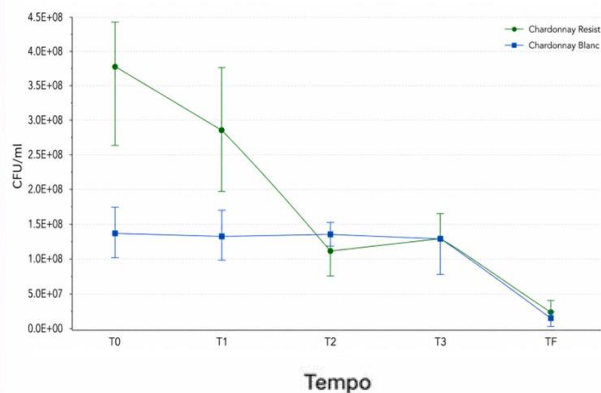
# CULTUROMICA

## Dinamiche dei lieviti coltivabili

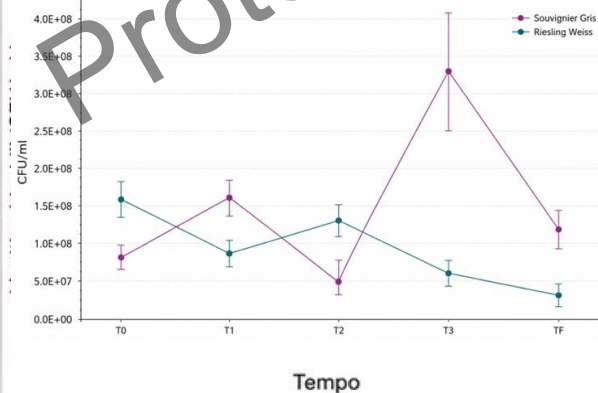


Time	PIWI	Vitis vinifera
T0	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>
T1	<i>Metschnikowia pulcherrima</i> <i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
T2	<i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
T3	<i>Hanseniaspora uvarum</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Tf	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Dinamiche dei lieviti coltivabili durante la fermentazione



Dinamiche dei lieviti coltivabili durante la fermentazione



Le varietà PIWI mostrano dinamiche di crescita dei lieviti **più variabili e talvolta più vigorose** durante la fermentazione alcolica, soprattutto **nelle fasi iniziali e intermedie**.

Questo comportamento può riflettere:



una comunità microbica **più eterogenea**;

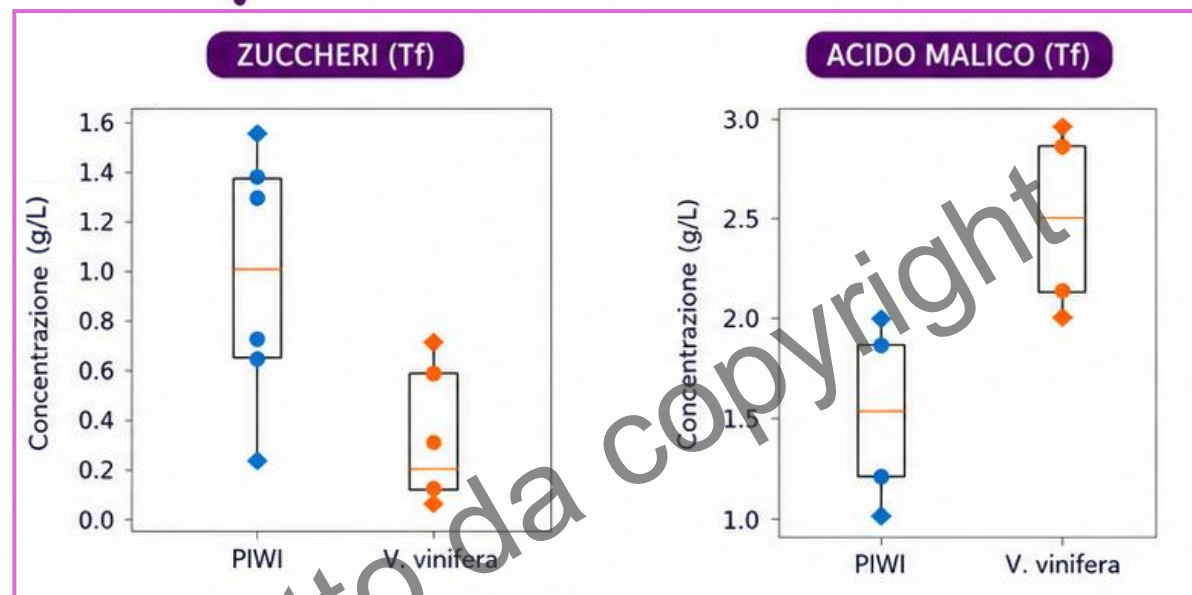
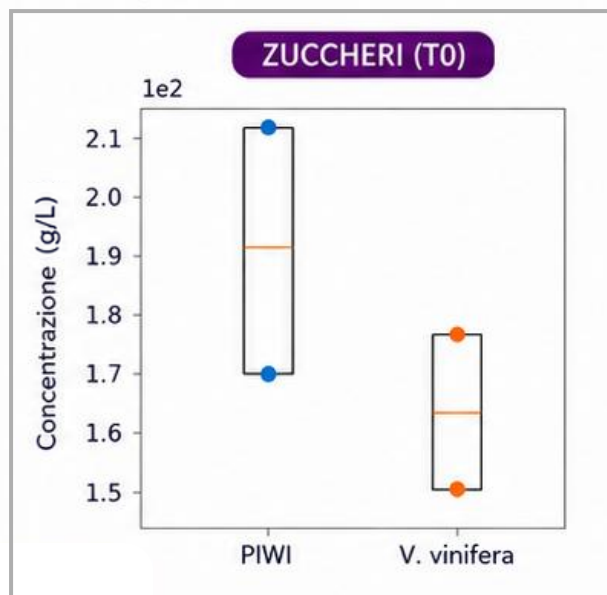


**profili nutrizionali differenti** nel mosto;



# PRESTAZIONI ENOLOGICHE: CONFRONTO TRA PIWI E VITIS VINIFERA

Dalla composizione iniziale (T0) a quella finale (Tf)



## CONSIDERAZIONI DAI DATI



I mostri PIWI mostrano un contenuto di zuccheri iniziale più elevato rispetto a *V. vinifera*.



A fine fermentazione, i vini PIWI presentano concentrazioni di zuccheri residue più alte rispetto a *V. vinifera*.



L'acido malico a fine fermentazione risulta inferiore nei vini PIWI rispetto a *V. vinifera*.



## COSA IMPLICANO QUESTI RISULTATI



I PIWI garantiscono mostri più ricchi di zuccheri all'inizio della fermentazione.



La fermentazione dei PIWI lascia più zuccheri residui nel vino.



I vini PIWI presentano un minor consumo di acido malico durante la fermentazione.



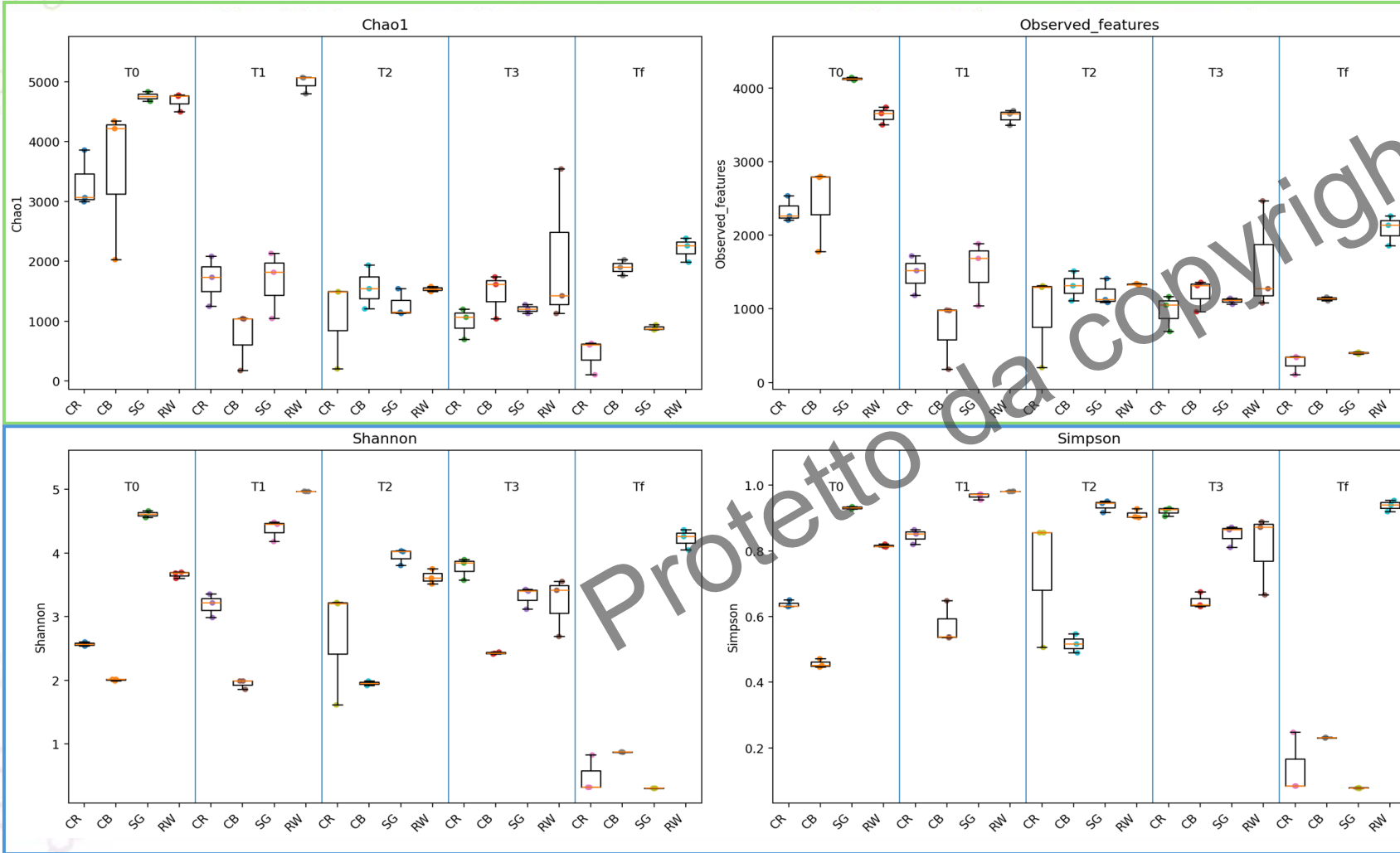
## MESSAGGIO CHIAVE

Le varietà PIWI partono con un vantaggio in termini di **zuccheri iniziali più elevati** e mantengono **più zuccheri residui** a fine fermentazione, con un **consumo di acido malico superiore** rispetto a *Vitis vinifera*.



# ALPHA DIVERSITY DURANTE LA FERMENTAZIONE

Confronto tra varietà PIWI e convenzionali (*Vitis vinifera*)



## Richness

misura il numero di taxa presenti nel campione



### MESSAGGI CHIAVE



**Richness metrica più alta nei convenzionali (*Vitis vinifera*)**

Le metriche di ricchezza (Chao1 e Observed features) sono generalmente più elevate nei vini convenzionali rispetto ai PIWI, soprattutto nelle fasi iniziali (T0-T1).



**Diversità più alta nei PIWI**

Le metriche di diversità (Shannon e Simpson) sono più elevate nei PIWI nella maggior parte delle fasi della fermentazione.



**Interpretazione**

Le differenze osservate indicano che non è tanto la biodiversità ad essere aumentata o diminuita, quanto piuttosto la composizione e la struttura delle comunità microbiche che differiscono tra PIWI e *Vitis vinifera* nel corso della fermentazione.

## Evenness

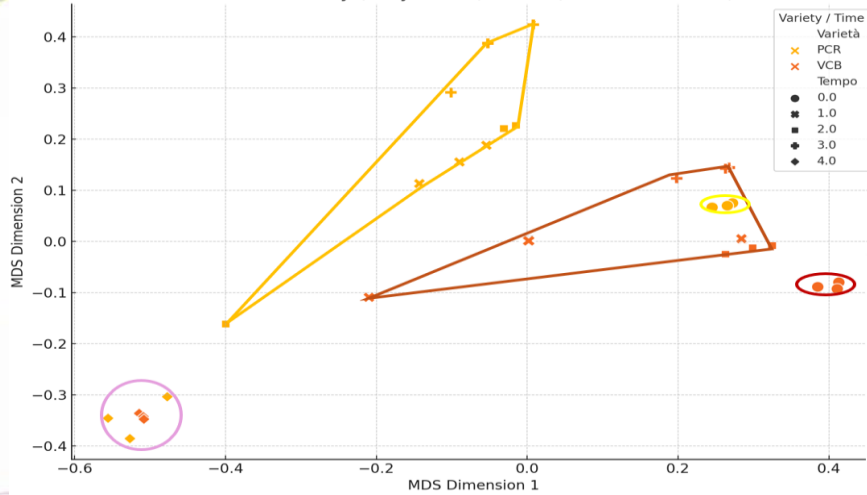
descrive quanto le abbondanze relative sono distribuite in modo uniforme.



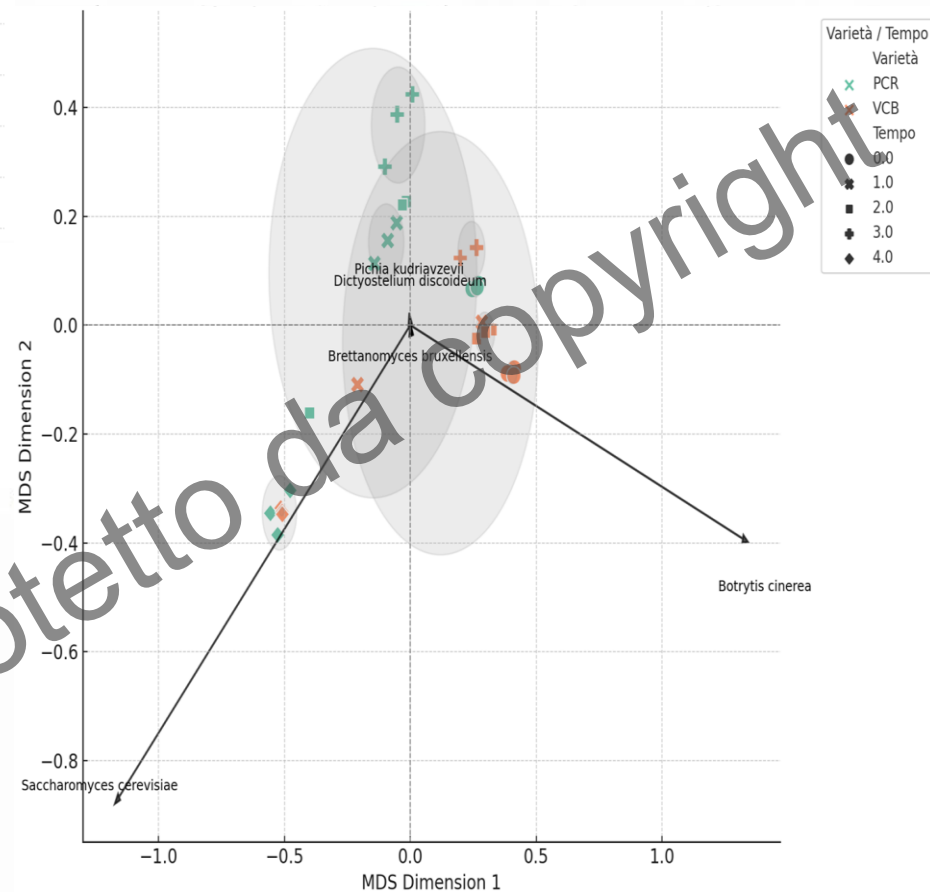
# BETA DIVERSITY: STRUTTURA DELLE COMUNITÀ MICROBICHE

Le varietà PIWI presentano comunità distinte lungo la fermentazione

Beta Diversity (Bray-Curtis) - MDS (with Tf = Time 4)



Beta diversity biplot con i 5 taxa principali e cerchi di cluster (migliorato)



## MESSAGGI CHIAVE



### Separazione chiara per varietà e tempo

Le comunità microbiche si separano chiaramente in base alla varietà (PIWI vs *Vitis vinifera*) e al tempo di fermentazione.



### Traiettorie differenti

Le varietà seguono traiettorie distinte nello spazio di ordinamento, con una separazione marcata fin dalle fasi iniziali (T0-T1).



### Taxa chiave di separazione

I 5 taxa principali spiegano la separazione dei campioni; *Saccharomyces cerevisiae* domina al tempo finale (T4).



### Evoluzione temporale

Le comunità convergono parzialmente verso la fine della fermentazione, con l'affermazione dei lieviti ad alta tolleranza all'etanolo.

## INTERPRETAZIONE (BETA DIVERSITY)



### DIVERSITÀ TRA, NON DENTRO LE COMUNITÀ

La beta diversity valuta quanto le comunità sono diverse tra loro, non la biodiversità all'interno di ciascun campione. Qui osserviamo una netta differenziazione tra PIWI e *Vitis vinifera* lungo la fermentazione.



### VARIETÀ COME PRINCIPALE DRIVER

La varietà dell'uva è il fattore che maggiormente struttura le comunità microbiche, generando composizioni significativamente diverse.



### DINAMICHE TEMPORALI DISTINTE

PIWI e *Vitis vinifera* seguono percorsi microbici differenti nel tempo. Le differenze sono evidenti già nelle fasi iniziali e persistono fino alla fine della fermentazione.



### RUOLO DEI TAXA CHIAVE

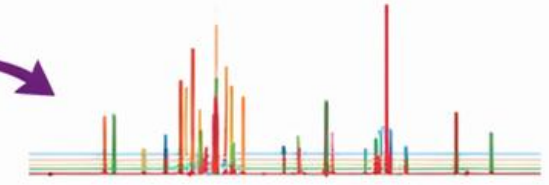
I taxa principali (es. *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces*, *Pichia*) guidano la separazione dei campioni e riflettono i cambiamenti funzionali del sistema fermentativo.



I risultati di beta diversity mostrano che non è tanto il livello di biodiversità a cambiare, quanto la **composizione** e la **struttura** delle comunità microbiche, che differiscono tra PIWI e *Vitis vinifera* lungo l'intero processo fermentativo.

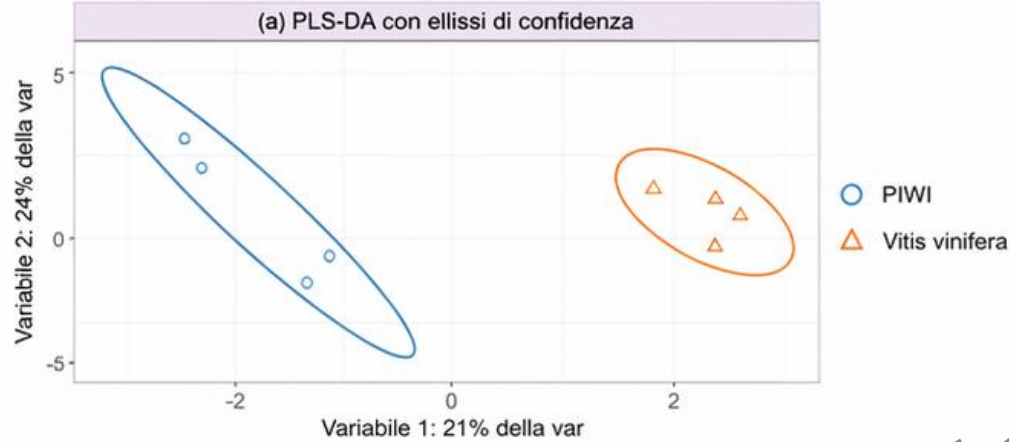
# METABOLOMICA: FIRMA METABOLICA DISTINTA TRA PIWI E *VITIS VINIFERA*

Metabolomica

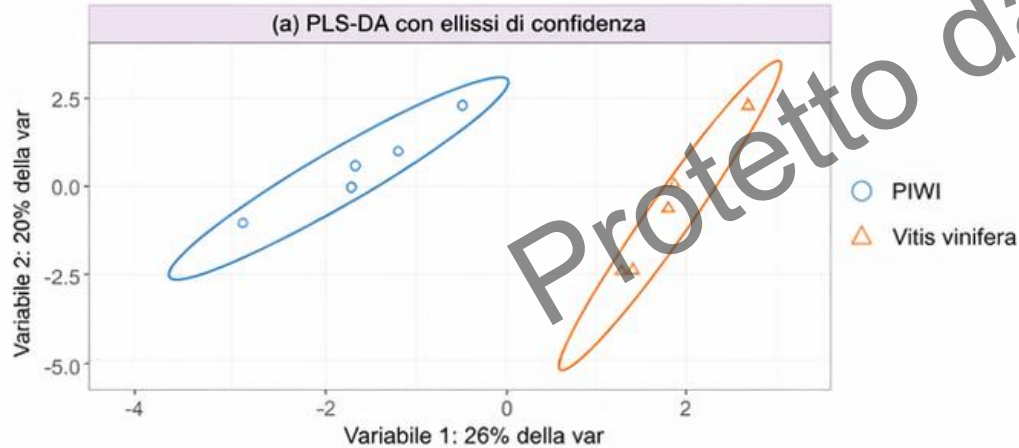


ID	m/z	RT (min)	Composto	Classe	Punteggio di confidenza
HMDB00001	Glucosio	80.0453	Zuccheri		%
HMDB00002	Glicerolo	92.0264	Alcoli		%

Chardonnay



Souvignier Gris - Riesling



## DISTRIBUZIONE DEI METABOLITI: PIWI vs *V. vinifera*

Gruppo	Metaboliti	Metabolite	p.adjust.BH	Mean PIWI	Mean <i>V. vinifera</i>	Abbondanza maggiore
Aminoacidi e derivati	L-Proline, Homoproline	L-Proline	7.21E-01	29.892	20.814	↑ PIWI
		Homoproline	7.21E-01	2.560	4.364	↑ <i>V. vinifera</i>
Acidi organici / intermedi metabolici	Fumaric Acid, Shikimic Acid	Kojic Acid	6.71E-05	3.063	7.163	↑ <i>V. vinifera</i>
		4-(2-Hydroxy-3-isopropyl-aminopropyl)benzoic acid	7.21E-01	3.028	2.368	↑ PIWI
Acidi fenolici e derivati idrossicinnamici	Ferulic Acid, Ferulic Acid 4-O-glucoside, Caftaric Acid, p-Coumaroylmalic Acid	Catechin	3.45E-01	0.995	2.220	↑ <i>V. vinifera</i>
		Cyanidin	3.54E-01	2.747	5.351	↑ <i>V. vinifera</i>
		Peonidin	7.21E-01	1.613	2.771	↑ <i>V. vinifera</i>
Flavan-3-oli / tannini condensati	Catechin, Procyanidin	Delfidin	9.44E-03	1.709	3.551	↑ <i>V. vinifera</i>
		Piceid	3.88E-03	1.844	1.328	↑ PIWI
Antociani e derivati	Cyanidin, Peonidin, Delfinidin, Peonidin-3-acglc, Malvidin-3-acglc	Peonidin-3-acglc	4.32E-02	3.311	1.127	↑ PIWI
		Malvidin-3-acglc	7.21E-01	0.000	0.333	↑ <i>V. vinifera</i>
Stilbeni	Piceid	Procyanidin	3.88E-03	2.108	1.079	↑ PIWI
		Fumaric Acid	2.60E-02	11.867	32.517	↑ <i>V. vinifera</i>
Metaboliti fungini / secondari microbici	Kojic Acid	Shikimic Acid	2.37E-02	10.342	5.357	↑ PIWI
		Ferulic Acid	2.37E-02	1.988	1.451	↑ PIWI
Composti aromatici/benzoici modificati	4-(2-Hydroxy-3-isopropyl-aminopropyl)benzoic acid	p-Coumaroylmalic Acid	7.21E-01	0.859	0.741	= Simile
		Caftaric Acid	1.43E-02	6.924	4.148	↑ PIWI
		Ferulic Acid 4-O-glucoside	7.21E-01	2.388	0.615	↑ PIWI

Significatività (p.adjust.BH): ● < 0.001 ● 0.001 - 0.01 ● 0.01 - 0.05 ● ≥ 0.05

Abbondanza maggiore: ↑ PIWI ↑ *V. vinifera* = Simile



## MESSAGGIO CHIAVE

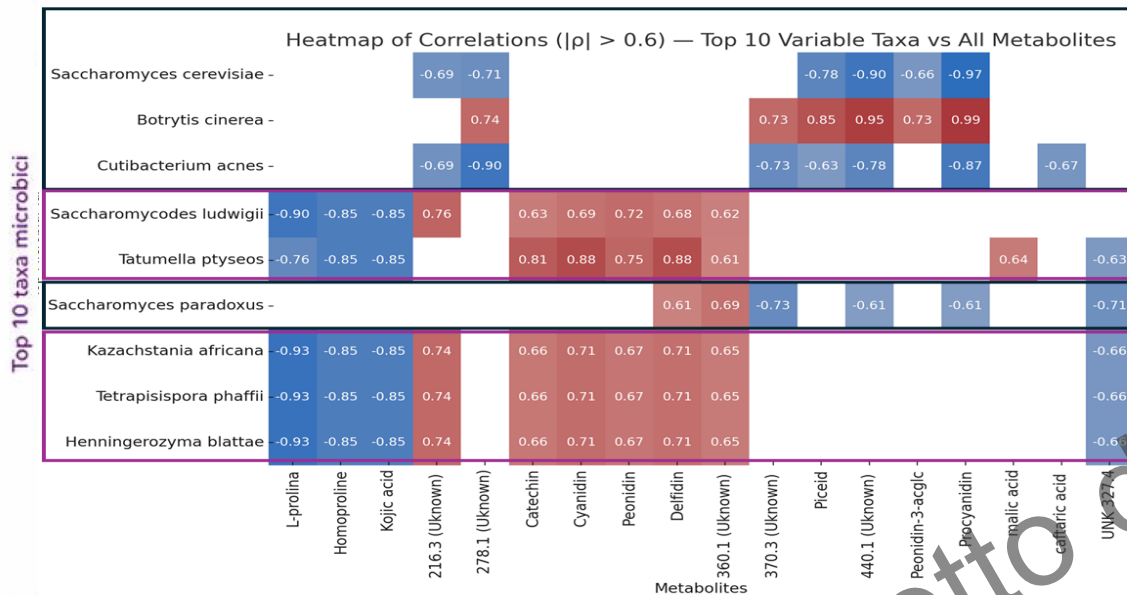
Le varietà PIWI esprimono una firma metabolica distintiva rispetto a *Vitis vinifera*.  
 Queste differenze sono il risultato di fattori genetici, interazioni microbiche e dinamiche fermentative, e possono tradursi in vini con caratteristiche compositive e sensoriali uniche.



# METABOLOMICA: RELAZIONI TRA MICRORGANISMI E METABOLITI CHIAVE

Correlazioni significative ( $|\rho| > 0.6$ ) — Top 10 taxa vs tutti i metaboliti

## MAPPA DI CALORE DELLE CORRELAZIONI (SPEARMAN)



## TOP 10 TAXA: CORRELAZIONI SIGNIFICATIVE

TAXA	PIWI	<i>V. vinifera</i>	p-value
Saccharomyces cerevisiae	0.343621	0.244906	0.441807
Botrytis cinerea	0.272898	0.513475	0.012503
Cutibacterium acnes	0.000451	0.005796	0.100870
Saccharomycodes ludwigii	0.022104	0.011676	0.031147
Tatumella tyseos (Bacteria)	0.008704	0.003719	0.113511
Saccharomyces paradoxus	0.012561	0.007389	0.092311
Kazachstania africana	0.014967	0.008013	0.030001
Tetrapispora phaffii	0.013297	0.007051	0.026855
Henningerozyma blattae	0.013079	0.006951	0.028345

## TENDENZE E SIGNIFICATO ECOLOGICO

Microrganismo	Trend	Significato enologico
Botrytis cinerea	↑ <i>V. vinifera</i>	Patogeno → effetto negativo
S. ludwigii	↑ PIWI	Lievito da spoilage con potenziale enologico
K. africana	↑ PIWI	Biodiversità utile
T. phaffii	↑ PIWI	Coinvolto in interazioni positive
H. blattae	↑ PIWI	Da esplorare

## MESSAGGI CHIAVE

**Correlazioni positive forti con antociani e catechina** ( $\rho \approx +0.6 / +0.9$ )  
I lieviti non-*Saccharomyces* e alcuni batteri sono associati alla liberazione di antociani (via attività pectolitica e  $\beta$ -glucosidasi) e di catechina.

**Correlazioni negative con L-prolina e omoprolina** ( $\rho \approx -0.8 / -0.9$ )  
Indicano consumo di aminoacidi per la crescita microbica.

**Metaboliti "Unknown" e altri acidi**  
Possono rappresentare glicolipidi o derivati fenolici.  
La loro correlazione negativa con *S. cerevisiae* e *S. paradoxus* suggerisce degradazione in presenza di questi lieviti, ma non nel cluster dei non-*Saccharomyces*.

**Acido kojico**  
Noto per proprietà antiossidanti e chelanti del ferro.  
I non-*Saccharomyces* possono modificare il microambiente (pH,  $O_2$ , metalli), sfavorendone la formazione o favorendone la degradazione.



## TAKE HOME MESSAGE

Le interazioni tra microbi e metaboliti sono fortemente dipendenti dalle dinamiche microbiche.

**I non-*Saccharomyces* jouen un ruolo chiave nelle prime fasi di fermentazione spontanea**, influenzando la composizione fenolica e aromatica del vino e contribuendo alla sua complessità e unicità.



# HIGHLIGHTS DEL PROGETTO



## CONCLUSIONI del progetto METAPIWI



Le **cultivar PIWI** selezionano **comunità microbiche distinte** rispetto alle varietà di *Vitis vinifera*, nonostante una minore ricchezza tassonomica.



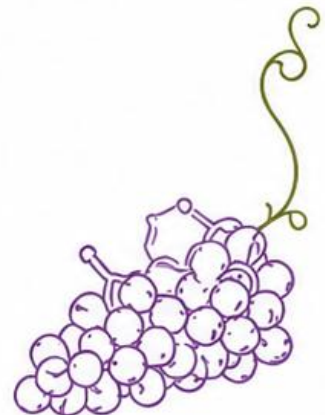
La **evenness** microbica tende a essere **più elevata nei PIWI**, suggerendo una struttura di comunità più equilibrata.



I **profili metabolomici differiscono significativamente** tra le fermentazioni PIWI e *Vitis vinifera*.



L'**integrazione** tra **metagenomica** e **metabolomica** rivela traiettorie fermentative guidate dal **genotipo della vite**.





# EU\_METAPIWI project

## Sustainable Innovations in Wine Fermentation



Strengthening plant health: addressing emerging plant pest risks

HORIZON-CL6-2027-02-FARM2FORK-01-two-stage | Calls for proposals



Apertura: 04 febbraio 2027 | Scadenza: 08 aprile 2027 | Due fasi



Programma: Horizon Europe (HORIZON)



Tipo di azione: HORIZON Research and Innovation Actions



### Unisciti a noi se ti appassiona questa sfida!

Innoviamo insieme il futuro della vinificazione sostenibile.



université  
de BORDEAUX



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

Hes·SO

Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale  
Fachhochschule Westschweiz  
University of Applied Sciences and Arts  
Western Switzerland



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI UDINE  
hic sunt futura



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA

### BANDO A CASCATA PER LE CANTINE PIWI CHE VORRANNO PARTECIPARE



PhD. Giorgio GARGARI



giorgio.gargari@unimi.it





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

Prof. Diego Mora  
Prof. Daniela Fracassetti  
Prof. Stefania Arioli  
Prof. Pasquale Russo  
PhD. Nicola Mangieri  
PhD. Alessio Altomare  
PhD. Elisa Clagnan  
PhD. Simona Pizzi  
Dr. Mattia Cesana  
Dr. Marta Baviera  
Dr. Giulio Staffieri

# RINGRAZIAMENTI

Prof. Gregorio Peron  
PhD. Fabjola Bilo



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA

Prof. Francesca Rigano  
Prof. Luigi Mondello  
Dr. Cinzia Cafarella



Università  
degli Studi di  
Messina

Prof. Marco Stefanini



FONDAZIONE  
EDMUND  
MACH

